·论著·

基于限制性立方样条分析血清肝脏转氨酶与代谢综合征的关系

王雯娟，王瑞，曾泓辑，刘雅慧，卫姝帆，田庆丰*

450001 河南省郑州市，郑州大学公共卫生学院社会医学与卫生事业管理教研室

*通信作者：田庆丰，教授/博士生导师；E-mail：zzutqf@126.com

【摘要】 **背景** 代谢综合征（MS）已经成为全球性的健康问题，目前多数研究关注 MS 及其组分与丙氨酸氨基转移酶（ALT）、天冬氨酸氨基转移酶（AST）的相关性，但 ALT、AST 与 MS 之间是否存在剂量－反应关系还需进一步探索。**目的** 探讨老年人 ALT、AST 与 MS 患病风险的关系，为 MS 防控提供参考依据。**方法** 于 2022 年采用多阶段抽样的方法，抽取河南省 18 个省辖市共 162 个乡镇（街道）≥60 岁的居民进行健康体检。对其进行体格检查及实验室检测。利用 Logistic 回归模型及限制性立方样条模型分析 ALT、AST 与 MS 患病风险的关系。**结果** 共纳入 112 605 名研究对象，其中 MS 患病率为 18.6%（20 935/112 605），ALT 异常率为 5.4%（6 132/112 605），AST 异常率为 6.8%（7 661/112 605）。MS 者 ALT 水平高于非 MS 者，AST 水平低于非 MS 者（$P<0.05$）。Logistic 回归分析及趋势性检验结果显示，调整混杂因素后，总人群及性别分层下 MS 患病风险均随着 ALT 水平的升高而升高，随着 AST 水平的变化呈“U”形变化趋势（$P<0.05$）。限制性立方样条结果显示，总人群及性别分层下 ALT 与 MS 患病风险均呈正向线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}>0.05$）；AST 与 MS 患病风险均呈非线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}<0.001$），曲线近似呈“U”形。**结论** ALT、AST 可作为 MS 发生的重要预测因子，尤其是 ALT 水平的升高。

【关键词】 代谢综合征；转氨酶类；丙氨酸转氨酶；天冬氨酸氨基转移酶类；限制性立方样条；老年人；河南省

【中图分类号】 R 589 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0696

Relationship between Serum Liver Transaminase and Metabolic Syndrome based on Restrictive Cubic Spline Model

*WANG Wenjuan，WANG Rui，ZENG Hongji，LIU Yahui，WEI Shufan，TIAN Qingfeng**

Department of Social Medicine and Health Management，School of Public Health，Zhengzhou University，Zhengzhou 450001，*China*

**Corresponding author：TIAN Qingfeng，Professor/Doctoral supervisior；E-mail：zzutqf@126.com*

【Abstract】 **Background** Metabolic syndrome（MS） has become a global health problem，and most studies have focused on the correlation of MS and its components with alanine aminotransferase（ALT）and aspartate aminotransferase（AST），but whether there is a dose-response relationship of ALT and AST with MS needs to be further explored. **Objective** To explore the relationship of ALT and AST with the risk of MS in the elderly，and provide a reference basis for the prevention and control of MS. **Methods** A health examination with multi-stage sampling method was conducted to residents（≥60 years） from 162 townships（streets） under jurisdiction of 18 cities of Henan Province in 2022. The investigation was performed with physical examination and laboratory test. Logistic regression model combined with restricted cubic spline model was recruited to analyze the relationship of ALT and AST with the risk of MS. **Results** Totally，112 605 research participants were enrolled，of whome the prevalence of MS was 18.6%（20 935/112 605），ALT abnormality was 5.4%（6 132/112 605），and AST abnormality was 6.8%（7 661/112 605）. The MS group showed a higher level of ALT and a lower level of AST than the non-MS group（$P<0.05$）.

基金项目：国家重点研发计划资助项目（2020YFC2006100）

引用本文：王雯娟，王瑞，曾泓辑，等. 基于限制性立方样条分析血清肝脏转氨酶与代谢综合征的关系［J］. 中国全科医学，2023.［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0696.［www.chinagp.net］

WANG W J，WANG R，ZENG H J，et al. Relationship between serum liver transaminase and metabolic syndrome based on restrictive cubic spline model［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.

The Logistic regression analysis and trend test results showed that the risk of MS increased with increasing ALT levels in both the total population and gender stratification, with a "U" shaped trend with AST level after adjustment for confounders (P<0.05). Restricted cubic spline model results showed a positive linear dose-response relationship between ALT and the risk of MS in both total population and gender stratification (P for overall<0.001, P for nonlinear>0.05), and a nonlinear dose-response relationship between AST and the risk of MS (P for overall<0.001, P for nonlinear <0.001), with an approximate "U"-shaped curve. **Conclusion** ALT, especially the elevated ALT level, and AST are conductive to be predictors for the development of MS.

【Key words】 Metabolic syndrome; Transaminases; Alanine transaminase; Aspartate aminotransferases; Restrictive cubic spline; Aged; Henan Province

代谢综合征（metabolic syndrome，MS）是一种以腹型肥胖、高血压、高血糖、血脂异常等为主要特征的慢性非传染性综合征[1-2]。MS 已经成为一个全球性的健康问题，MS 患者是多种疾病的易感人群，例如心血管疾病、2 型糖尿病、卒中、非酒精性脂肪性肝病等，严重威胁人类健康[3-4]。血清肝脏转氨酶主要包括血清丙氨酸氨基转移酶（Alanine Aminotransferase，ALT）和天冬氨酸氨基转移酶（Aspartate Aminotransferase，AST），二者是肝损伤的重要标志物[5]。非酒精性脂肪性肝病被认为是 MS 的肝脏表现之一，其与 ALT、AST 的升高显著相关[6-7]。有多项研究表明 ALT、AST 与 MS 的发生密切相关，但其结论却不尽相同[8-10]。目前，大部分研究只探讨了血清肝脏转氨酶与 MS 及其组分的相关性，且国内关于 AST 与 MS 的研究较少。本研究利用河南省居民健康体检大样本数据，通过限制性立方样条模型探索 ALT、AST 与 MS 患病风险的剂量－反应关系，为 MS 的防控提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 资料来源

于 2022 年采用多阶段抽样的方法，抽取河南省 18 个省辖市≥ 60 岁的居民进行健康体检。抽样共划分为 3 个阶段，第一阶段：初级抽样单位为 18 个省辖市。第二阶段：采用简单随机抽样，每个省辖市抽取 3 个县（区）。第三阶段：采用简单随机抽样，每个县（区）随机抽取 3 个乡镇（街道）。最终共选择 162 个乡镇（街道），每个乡镇（街道）老年人抽取比例为 1%，共 123 741 名老年人。研究对象纳入标准：（1）年龄≥ 60 岁；（2）自愿参与健康体检；（3）居住在河南省半年以上的户籍及非户籍居民；（4）体检记录完整者。排除标准：（1）体检资料不完整或存在不符合逻辑的离群值；（2）患有严重精神障碍者；（3）存在慢性病毒性肝炎、肝硬化、肝癌或自身免疫性肝病等肝疾病者。本研究最终纳入 112 605 名研究对象，所有研究对象知情同意。

1.2 调查方法

1.2.1 基本信息采集：由健康档案系统采集调查对象的个人基本信息，包括性别、年龄、文化程度、婚姻状况、残疾情况等指标。

1.2.2 体格检查：使用标准仪器、标准检测方法测量身高、体质量、腰围、收缩压（SBP）、舒张压（DBP）等指标。

1.2.3 实验室检测：由专业医务人员进行各项指标的检测，包括 AST、ALT、总胆固醇（TC）、三酰甘油（TG）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、空腹血糖（FPG）等指标。

1.3 相关指标及定义

MS 诊断标准参考《中国 2 型糖尿病防治指南（2020 年版）（下）》[2]，具备以下 3 项或更多项即可诊断为 MS：（1）高血压：血压 >130/85 mmHg 和 / 或已确诊为高血压并治疗者；（2）高血糖：FPG ≥ 6.1 mmol/L 和 / 或已确诊为糖尿病并治疗者；（3）腹型肥胖：男性腰围≥ 90 cm，女性腰围≥ 85 cm；（4）TG ≥ 1.70 mmol/L；（5）HDL-C<1.04 mmol/L。腰围身高比（WHtR）：WHtR 是内脏脂肪的一种替代测量方法，计算公式为腰围（cm）/ 身高（m），当 WHtR ≥ 0.5 时，为高肥胖人群[11]。超重：BMI ≥ 24.0 kg/m^2。ALT 异常：ALT>40 U/L；AST 异常：AST>40 U/L[5]。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 和 R 4.3.1 进行统计学分析。计量资料采用（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料的分析采用 χ^2 检验。将 ALT、AST 根据四分位数分为 4 组，均以第 1 组为对照，进行 Logistic 回归分析，并利用各组中位数进行趋势性检验。利用限制性立方样条模型分析 ALT、AST 与 MS 之间的剂量－反应关系。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 一般情况

本研究共纳入 112 605 名研究对象，其中男 50 732 名（45.1%），女 61 873 名（54.9%）。河南省老年人 MS 患病率为 18.6%（20 935/112 605），ALT 异常率为 5.4%（6 132/112 605），AST 异常率为 6.8%（7 661/112

605）。MS者与非MS者性别、年龄、文化程度、婚姻状况、残疾状况、WHtR、是否超重、腹型肥胖、SBP、DBP、FPG、TC、TG、HDL-C、LDL-C、ALT、AST比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表1。

表1 研究对象基本特征

Table 1 Basic characteristics of the research subjects

变量	MS者（n=20 935）	非MS者（n=91 670）	t（χ^2）值	P值
性别［例（%）］			534.623[a]	<0.001
男	7 930（37.9）	42 802（46.7）		
女	13 005（62.1）	48 868（53.3）		
年龄（岁）	71.2±5.5	71.3±6.0	3.510	0.001
文化程度［例（%）］			46.756[a]	<0.001
高中及以上	2 023（9.7）	7 521（8.2）		
高中以下	18 912（90.3）	84 149（91.8）		
婚姻状况［例（%）］			42.301[a]	<0.001
在婚	17 571（83.9）	75 200（82.0）		
非在婚	3 364（16.1）	16 470（18.0）		
残疾状况［例（%）］			4.490[a]	0.034
残疾	491（2.3）	1 934（2.1）		
无残疾	20 444（97.7）	89 736（97.9）		
WHtR［例（%）］			5 953.345[a]	<0.001
<0.50	1 292（6.2）	29 905（32.6）		
≥0.50	19 643（93.8）	61 765（67.4）		
是否超重［例（%）］			9 550.343[a]	<0.001
否	4 121（19.7）	52 356（57.1）		
是	16 814（80.3）	39 314（42.9）		
腹型肥胖［例（%）］			22 496.276[a]	<0.001
是	17 049（81.4）	23 971（26.1）		
否	3 886（18.6）	67 699（73.9）		
SBP（mm Hg）	140±15	129±14	-93.150	<0.001
DBP（mm Hg）	81±9	77±8	-60.971	<0.001
FPG（mmol/L）	6.57±2.34	5.27±1.23	-77.840	<0.001
TC（mmol/L）	4.94±1.21	4.70±1.08	-26.303	<0.001
TG（mmol/L）	2.18±1.19	1.30±0.70	-102.133	<0.001
LDL-C（mmol/L）	2.62±0.92	2.45±0.84	-24.890	<0.001
HDL-C（mmol/L）	1.25±0.44	1.50±0.45	74.886	<0.001
ALT（U/L）	21.06±11.38	20.09±10.79	-11.289	<0.001
AST（U/L）	24.87±9.54	25.60±9.06	8.878	<0.001

注：WHtR=腰围身高比，SBP=收缩压，DBP=舒张压，FPG=空腹血糖，TC=总胆固醇，TG=三酰甘油，LDL-C=低密度脂蛋白胆固醇，HDL-C=高密度脂蛋白胆固醇，ALT=丙氨酸氨基转移酶，AST=天冬氨酸氨基转移酶；[a]表示χ^2值。

2.2 研究对象ALT、AST和MS的Logistic回归

根据四分位数，将ALT、AST分别分为4组，均用Q1、Q2、Q3、Q4表示，P_{25}、P_{50}、P_{75}具体值如表2所示。ALT四组中位数分别为10.14、16.00、21.06、32.00 U/L。AST四组中位数分别为17.00、22.00、27.00、36.00 U/L。

以MS（赋值：是=1，否=0）为因变量，模型1未调整混杂因素时，结果显示，与ALT Q1组相比，Q2~Q4组患MS的风险均增加（$P<0.05$）；与AST Q1组相比，Q2~Q4组患MS的风险均降低（$P<0.05$）。调整相关混杂因素后（模型2）结果显示，与ALT Q1组相比，Q2~Q4组患MS的风险均增加（$P<0.05$）；与AST Q1组相比，Q2~Q4组患MS的风险均降低（$P<0.05$）。随着ALT水平的增加，MS患病风险呈上升趋势（$P_{trend}<0.001$）；随着AST水平的增加，MS患病风险呈现“U”形变化趋势（$P_{trend}<0.001$）。见表3。

表2 研究对象ALT、AST百分位数表（U/L）

Table 2 ALT and AST percentile table of research subjects

百分位数	总人群		男性		女性	
	ALT	AST	ALT	AST	ALT	AST
P_{25}	13.00	19.80	13.40	20.00	12.60	19.41
P_{50}	18.00	24.00	19.00	24.00	17.60	24.00
P_{75}	25.00	30.00	26.00	30.00	24.20	30.00

表3 ALT、AST与MS的Logistic回归分析

Table 3 Logistic regression analysis of the association of ALT and AST with MS

变量	模型1		模型2	
	OR值（95%CI）	P值	OR值（95%CI）	P值
ALT				
Q1组	1.000		1.000	
Q2组	1.112（1.065~1.161）	<0.001	1.065（1.017~1.114）	0.007
Q3组	1.183（1.134~1.234）	<0.001	1.129（1.079~1.181）	<0.001
Q4组	1.254（1.202~1.308）	<0.001	1.232（1.178~1.289）	<0.001
P_{trend}值		<0.001		<0.001
AST				
Q1组	1.000		1.000	
Q2组	0.777（0.746~0.810）	<0.001	0.812（0.778~0.848）	<0.001
Q3组	0.703（0.674~0.733）	<0.001	0.756（0.723~0.790）	<0.001
Q4组	0.778（0.745~0.811）	<0.001	0.842（0.805~0.880）	<0.001
P_{trend}值		<0.001		<0.001

注：模型1未调整任何变量；模型2调整性别（赋值：男=1，女=2）、年龄、文化程度（赋值：高中及以上=1，高中以下=2）、婚姻状况（赋值：在婚=1，非在婚=2）、残疾状况（赋值：残疾=1，无残疾=2）、WHtR（赋值：<0.50=1，≥0.50=2）、是否超重（赋值：否=1，是=2）、TC、LDL-C。

2.3 不同性别研究对象ALT、AST和MS的Logistic回归分析

根据四分位数，将男性及女性ALT、AST分别分为4组，均用Q1、Q2、Q3、Q4表示，P_{25}、P_{50}、P_{75}具体值如表2所示。男性ALT四组中位数分别为10.30、16.00、22.30、33.50 U/L，AST四组中位数分别为17.20、22.00、27.00、35.96 U/L。女性ALT四组中位数分别为10.00、15.00、20.36、31.00 U/L，AST四组中位

数分别为 17.00、22.00、27.00、36.00 U/L。

按性别分层分析，模型 1 未调整混杂因素时，在不同性别组结果均显示，与 ALT Q1 组相比，Q2~Q4 组患 MS 的风险均增加（$P<0.05$）；与 AST Q1 组相比，Q2~Q4 组患 MS 的风险均降低（$P<0.05$）。不同性别组调整相关混杂因素后（模型 2）结果均显示，与 ALT Q1 组相比，Q2~Q4 组患 MS 的风险均增加（$P<0.05$）；与 AST Q1 组相比，Q2~Q4 组患 MS 的风险均降低（$P<0.05$）。趋势性检验 $P_{trend}<0.001$，提示随着 ALT、AST 水平的变化，MS 患病风险的变化趋势均具有统计学意义。见表 4、5。

表 4 男性 ALT、AST 与 MS 的 logistic 回归分析

Table 5 Logistic regression analysis of the association of ALT and AST with MS in male

变量	模型 1		模型 2	
	OR 值（95%*CI*）	*P* 值	*OR* 值（95%*CI*）	*P* 值
ALT				
Q1 组	1.000		1.000	
Q2 组	1.198（1.119~1.284）	<0.001	1.098（1.021~1.181）	0.011
Q3 组	1.292（1.205~1.386）	<0.001	1.146（1.065~1.235）	<0.001
Q4 组	1.350（1.259~1.447）	<0.001	1.230（1.143~1.325）	<0.001
P_{trend} 值		<0.001		<0.001
AST				
Q1 组	1.000		1.000	
Q2 组	0.847（0.793~0.904）	<0.001	0.882（0.822~0.945）	<0.001
Q3 组	0.717（0.671~0.766）	<0.001	0.756（0.705~0.811）	<0.001
Q4 组	0.737（0.690~0.788）	<0.001	0.809（0.755~0.868）	<0.001
P_{trend} 值		<0.001		<0.001

注：模型 1 未调整任何变量；模型 2 调整年龄、文化程度、婚姻状况、WHtR、是否超重、TC、LDL-C（赋值同总人群）。

表 5 女性 ALT、AST 与 MS 的 logistic 回归分析

Table 5 Logistic regression analysis of the association of ALT and AST with MS in female

变量	模型 1		模型 2	
	OR 值（95%*CI*）	*P* 值	*OR* 值（95%*CI*）	*P* 值
ALT				
Q1 组	1.000		1.000	
Q2 组	1.152（1.090~1.219）	<0.001	1.089（1.026~1.155）	0.005
Q3 组	1.164（1.101~1.231）	<0.001	1.105（1.041~1.172）	0.001
Q4 组	1.293（1.223~1.366）	<0.001	1.259（1.187~1.335）	<0.001
P_{trend} 值		<0.001		<0.001
AST				
Q1 组	1.000		1.000	
Q2 组	0.758（0.719~0.799）	<0.001	0.789（0.746~0.834）	<0.001
Q3 组	0.713（0.675~0.753）	<0.001	0.766（0.723~0.812）	<0.001
Q4 组	0.833（0.789~0.880）	<0.001	0.875（0.826~0.927）	<0.001
P_{trend} 值		<0.001		<0.001

注：模型 1 未调整任何变量；模型 2 调整年龄、文化程度、婚姻状况、WHtR、是否超重、TC、LDL-C（赋值同总人群）。

2.4 ALT、AST 与 MS 患病风险间的剂量－反应关系

调整相关混杂因素后，河南省老年人 ALT 与 MS 患病风险之间存在线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}=0.550$），AST 与 MS 患病风险之间存在非线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}<0.001$），结果见图 1。当 ALT>18.33 U/L 时，*OR*>1；当 23.90 U/L<AST<30.68 U/L 时，*OR*<1，AST 为 MS 的保护因素，图形最低点 AST 为 26.40 U/L。

按性别进行分层后，男性 ALT 与 MS 患病风险之间存在线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}=0.480$），AST 与 MS 患病风险之间存在非线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}<0.001$）。当男性 ALT>19.13 U/L 时，*OR*>1；当 23.74 U/L<AST<40.74 U/L 时，AST 为 MS 的保护因素，图形最低点 AST 为 30.11 U/L，见图 2。

女性 ALT 与 MS 患病风险之间存在线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}=0.890$），AST 与 MS 患病风险之间存在非线性剂量－反应关系（$P_{总趋势}<0.001$，$P_{非线性}<0.001$）。当女性 ALT>17.91 U/L 时，*OR*>1；当 23.82 U/L<AST<32.35 U/L 时，*OR*<1，图形最低点 AST 为 27.33 U/L，见图 3。

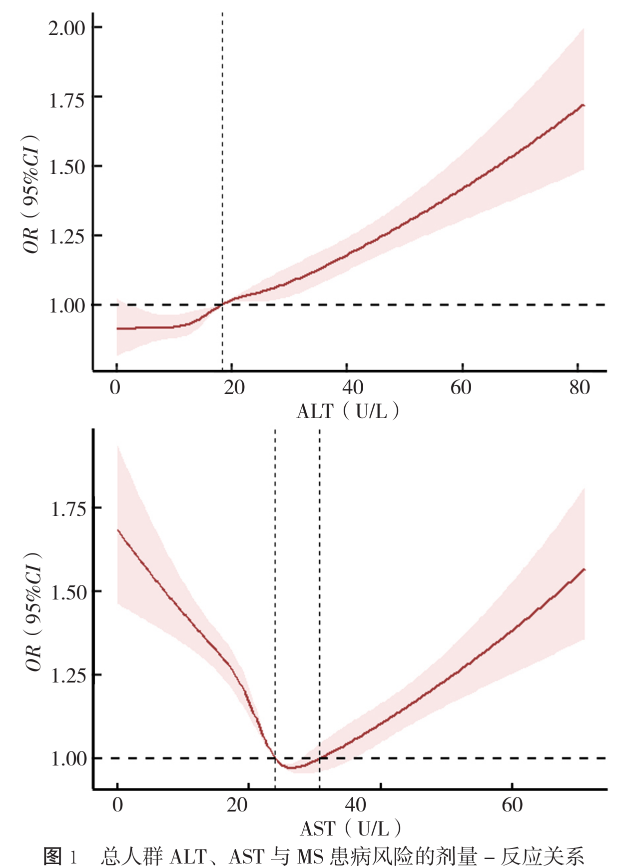


图 1 总人群 ALT、AST 与 MS 患病风险的剂量－反应关系

Figure 1 Dose-response relationship between ALT，AST and risk of MS in the total population

3 讨论

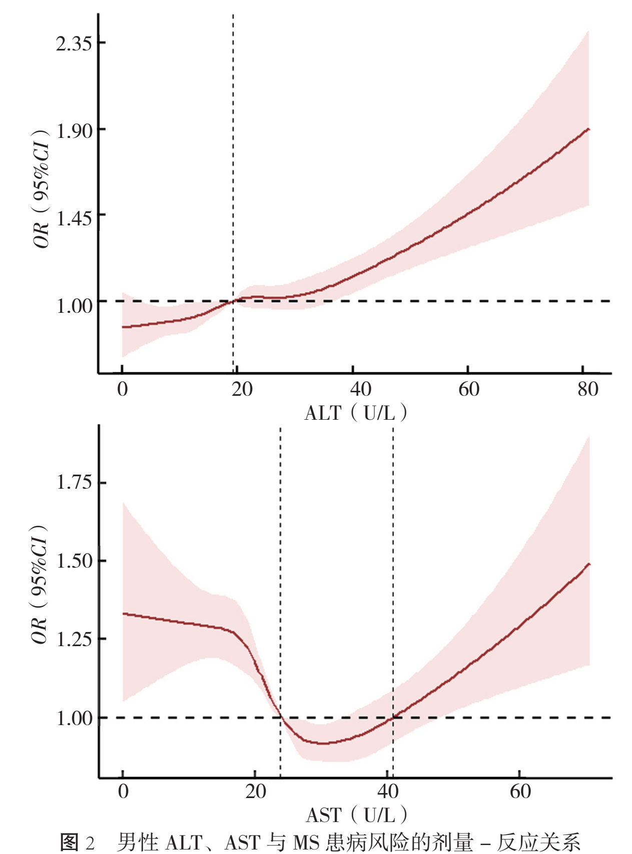


图 2 男性 ALT、AST 与 MS 患病风险的剂量 – 反应关系

Figure 2 Dose-response relationship between ALT，AST and risk of MS in male

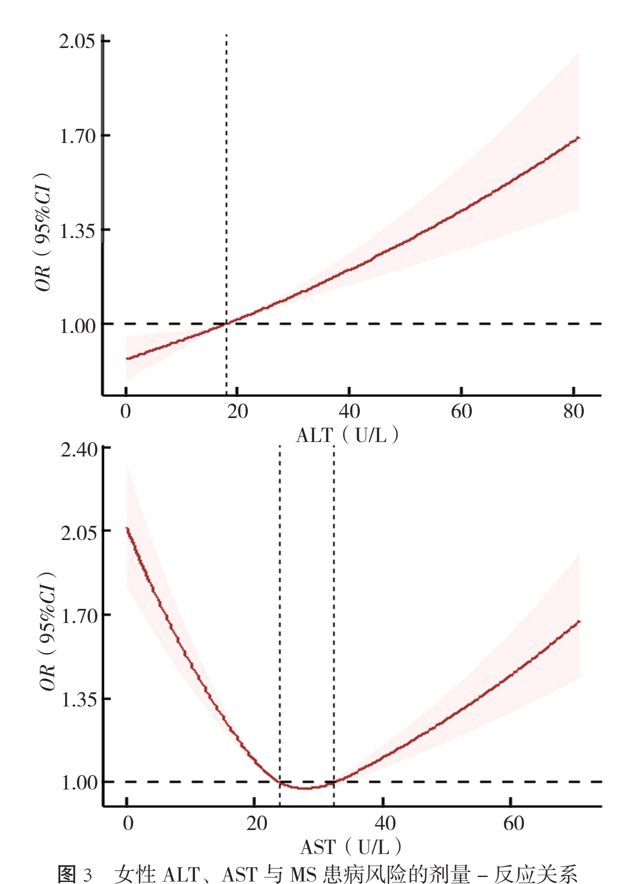


图 3 女性 ALT、AST 与 MS 患病风险的剂量 – 反应关系

Figure 3 Dose-response relationship between ALT，AST and risk of MS in female

MS 作为一种新型的慢性非传染性疾病，随着社会经济的发展以及西方生活方式的传播，逐渐成为我国居民的常见疾病[3，12]。有研究表明，MS 患病率的增加主要与高热量低纤维饮食及体力活动减少息息相关[3]。调查结果发现，河南省老年人 MS 患病率为 18.6%，低于珠三角某社区老年人 MS 患病率 35.61%[10]，高于贵州省农村老年人 MS 患病率 17.5%[13]，可能是由于地域、经济条件、生活方式等存在差异。

多因素 Logistic 回归分析结果显示，总人群及性别分层下 ALT 水平与 MS 患病风险呈正相关，与周小琦等[14]对老年人 MS 研究结果一致；ZHANG 等[8]关于性别分层情况下 ALT 与 MS 的研究结果，本研究与其一致；LIU 等[9]研究结果表明老年人 ALT 与 MS 及其部分组分显著相关。上述多项研究表明 MS 患病风险随着 ALT 水平的升高而升高，但是关于 AST 与 MS 的研究结果存在差异。本研究结果显示，总人群及性别分层下 AST 水平与 MS 患病风险呈负相关，随着 AST 水平的增加，MS 患病风险有所下降。ZHANG 等[8]研究发现总人群及性别分层下 MS 患病风险均随着 AST 水平的升高而升高，LIU 等[9]研究提示 AST 与 MS 及其组分无相关关系（P>0.05），两项研究均与本研究结果相反；陈泽豪[10]在社区老年人代谢综合征与肝功能指标的研究中发现，在控制相关混杂因素前、后，AST 与 MS 患病风险在参考范围内均呈负相关，与本研究结果类似。研究差异的存在可能与地域、混杂因素数量有关，具体原因还需进一步探讨。

限制性立方样条图可以更直观、准确地描述 ALT、AST 与 MS 之间的关系，可了解随着 ALT、AST 水平的变化，MS 患病风险的变化趋势。本研究结果显示，总人群及性别分层下 ALT 均与 MS 存在正向线性剂量 – 反应关系，AST 与 MS 存在非线性剂量 – 反应关系，曲线近似呈“U”形。杨国英等[15]对 65 岁以上老年人正常范围内 ALT 与 MS 的研究发现，ALT 与 MS 之间存在线性剂量 – 反应关系，本研究结果与之类似。WU 等[16]对中国东部 18 岁以上居民的研究发现，调整相关混杂因素后，男性正常范围内 ALT 与 MS 之间存在线性 – 剂量反应关系，而女性则是非线性剂量 – 反应关系，本研究结果与之相反。WU 等[16]关于男、女性之间的差异有可能是更年期状态的不同导致的，而本研究的研究对象为老年人，两个研究之间的差异可能是人群年龄及 ALT 范围不同导致的。根据限制性立方样条图结果可知，ALT、AST 均可作为 MS 发生的早期指标，但是在 ALT、AST 参考范围，随着 ALT 水平的增加，MS 患病风险总体呈上升趋势，随着 AST 水平的增加，MS 患病

风险发生较大改变。可能是由于 ALT 主要存在于肝脏细胞中，而 AST 不仅存在于肝脏细胞中，还存在于心肌细胞、骨髓细胞等其他细胞中，所以 ALT 是更加特异性的指标[5，10，17]。

本研究存在一定的局限性。首先，本研究为横断面研究，未能论证 ALT、AST 与 MS 发生之间的因果关系。其次，本次研究对象为老年人，大部分文化程度较低并且有高龄老年人，在进行调查时，存在一定的难度。但本次调查员均经过严格培训，且调查样本量较大，最大限度保证了数据的真实性。

综上所述，ALT、AST 与 MS 密切相关，可作为 MS 发生的重要预测因子，尤其是 ALT 水平的升高。因此应关注老年人血清肝脏转氨酶水平的变化，尽早发现老年人 MS 患病的潜在风险，尽量预防疾病的发生，提高老年人的健康水平和生活质量。

作者贡献：王雯娟提出研究思路，进行统计学处理，结果分析及文章撰写；王瑞、曾泓辑、刘雅慧、卫姝帆负责文章的质量控制及审校；田庆丰对研究的实施与可行性进行分析；王雯娟、田庆丰负责论文修订。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] SILVEIRA ROSSI J L，BARBALHO S M，REVERETE DE ARAUJO R，et al. Metabolic syndrome and cardiovascular diseases：going beyond traditional risk factors［J］. Diabetes Metab Res Rev，2022，38（3）：e3502. DOI：10.1002/dmrr.3502.

[2] 中华医学会糖尿病学分会 . 中国 2 型糖尿病防治指南（2020 年版）（下）［J］. 中国实用内科杂志，2021，41（9）：757-784. DOI：10.19538/j.nk2021090106.

[3] SAKLAYEN M G. The global epidemic of the metabolic syndrome［J］. Curr Hypertens Rep，2018，20（2）：12. DOI：10.1007/s11906-018-0812-z.

[4] LIU L，SHAO Y H，LI X J，et al. Individual and combined relationship of serum uric acid and alanine aminotransferase on metabolic syndrome in adults in Qingdao，China［J］. Nutr Metab Cardiovasc Dis，2022，32（12）：2822-2829. DOI：10.1016/j.numecd.2022.08.014.

[5] CHEN S，GUO X F，YU S S，et al. Metabolic syndrome and serum liver enzymes in the general Chinese population［J］. Int J Environ Res Public Health，2016，13（2）：223. DOI：10.3390/ijerph13020223.

[6] YKI-JÄRVINEN H. Non-alcoholic fatty liver disease as a cause and a consequence of metabolic syndrome［J］. Lancet Diabetes Endocrinol，2014，2（11）：901-910. DOI：10.1016/S2213-8587(14)70032-4.

[7] SALMAN A A，ABOELFADL S A，HEAGZY M A. New era for usage of serum liver enzymes as A promising horizon for the prediction of non-alcoholic fatty liver disease［J］. Open Access Maced J Med Sci，2016，4（3）：348-352. DOI：10.3889/oamjms.2016.092.

[8] ZHANG L，MA X Y，JIANG Z，et al. Liver enzymes and metabolic syndrome：a large-scale case-control study［J］. Oncotarget，2015，6（29）：26782-26788. DOI：10.18632/oncotarget.5792.

[9] LIU C F，ZHOU W N，LU Z，et al. The associations between liver enzymes and the risk of metabolic syndrome in the elderly［J］. Exp Gerontol，2018，106：132-136. DOI：10.1016/j.exger.2018.02.026.

[10] 陈泽豪 . 肝功能指标与社区老年人代谢综合征的关联性研究［D］. 广州：南方医科大学，2022.

[11] SON Y J，KIM J，PARK H J，et al. Association of waist-height ratio with diabetes risk：a 4-year longitudinal retrospective study［J］. Endocrinol Metab，2016，31（1）：127-133. DOI：10.3803/EnM.2016.31.1.127.

[12] 沈炼伟，朱洪柳，王维 . 中老年人代谢综合征危险因素分析及列线图预测模型的构建［J］. 中国组织工程研究，2023，27（5）：657-662.

[13] 冉凡超，陈敏，王蕾，等 . 贵州省农村老年人代谢综合征与肾功能下降的关联性研究［J］. 现代预防医学，2023，50（5）：797-802. DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202209460.

[14] 周小琦，刘新会，张微，等 . 老年人丙氨酸氨基转移酶和天冬氨酸氨基转移酶 / 丙氨酸氨基转移酶与 2 型糖尿病及代谢综合征的相关性研究［J］. 中国全科医学，2023（29）：3645-3649，3656.

[15] 杨国英，许敏锐，刘科吉 . 老年人正常范围内血清丙氨酸氨基转移酶与代谢综合征的相关性和剂量反应关系［J］. 江苏预防医学，2021，32（6）：654-658. DOI：10.13668/j.issn.1006-9070.2021.06.002.

[16] WU P P，CHEN Q C，CHEN L L，et al. Dose-response relationship between alanine aminotransferase levels within the reference interval and metabolic syndrome in Chinese adults［J］. Yonsei Med J，2017，58（1）：158-164. DOI：10.3349/ymj.2017.58.1.158.

[17] ALIABADI P K，SOHRAB M，HESSAMI A，et al. Association between liver enzymes and metabolic syndrome：results of the enrollment phase of Tabari cohort［J］. Ir J Med Sci，2022，191（3）：1201-1208. DOI：10.1007/s11845-021-02694-0.

（收稿日期：2023-08-10；修回日期：2023-11-16）

（本文编辑：贾萌萌）